

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2001-56027  
(P2001-56027A)

(43) 公開日 平成13年2月27日 (2001.2.27)

(51) Int.Cl.<sup>7</sup>

識別記号

F I

ターム(参考)

F 1 6 C 32/06

F 1 6 C 32/06

B 3 J 1 0 2

審査請求 未請求 請求項の数12 O L (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平11-229216

(22) 出願日 平成11年8月13日 (1999.8.13)

(71) 出願人 000003458

東芝機械株式会社

東京都中央区銀座4丁目2番11号

(72) 発明者 本間 周平

静岡県沼津市大岡2068の3 東芝機械株式  
会社沼津事業所内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

Fターム(参考) 3J102 AA02 BA14 CA09 EA02 EA07

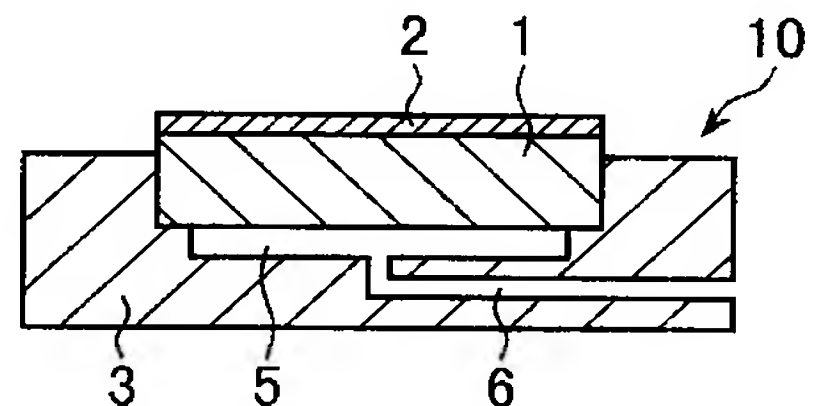
EA18 FA01 FA02 FA03 GA07

(54) 【発明の名称】 静圧気体軸受

(57) 【要約】

【課題】 特性の均一性に優れ且つ高剛性を備えた静圧気体軸受を提供する。

【解決手段】 本発明に基づく静圧気体軸受10は、軸受ケース3、母材1及び表面絞り層2などから構成される。この例では、母材1は、平均粒径60 $\mu$ mの10% Sn青銅多孔質体からなる円板であり、軸受ケース3の前面に取り付けられ、その裏面側には圧力室5が形成されている。母材1の直径は36mm、板厚は6mmである。母材1の上には、表面絞り層2が接合されている。この表面絞り層2は、銅合金製(94.9wt%Cu-5.5wt%Sn-0.1wt%P)の多孔板からなり、その厚さは45 $\mu$ mであり、平均直径5 $\mu$ mの貫通孔が、1,600個/mm<sup>2</sup>の分布密度(気孔率4%)で形成されている。多孔板は、フォトリソグラフィ法を用いて貫通孔を形成した後、拡散接合によって母材1に接合されている。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 多孔質体からなる母材と、母材の上に接合され、予め所望の空気透過量になるように貫通孔の径及び分布を調整して作成された多孔板からなる表面絞り層とを備え、表面絞り層を介して気体を噴出させて、その静圧によって被支持部材を支持する静圧気体軸受。

【請求項2】 前記多孔板は、直径0.1 $\mu$ m以上、100 $\mu$ m以下の多数の貫通孔を有し、これらの貫通孔の断面積の合計値が、前記多孔板の表面積の0.1%以上、10%以下であることを特徴とする静圧気体軸受。

【請求項3】 前記多孔板は、その厚さが10 $\mu$ m以上、500 $\mu$ m以下であることを特徴とする請求項1または2に記載の静圧気体軸受。

【請求項4】 前記多孔質体は、金属多孔質体であることを特徴とする請求項1、2または3に記載の静圧気体軸受。

【請求項5】 前記多孔質体は、銅合金、ステンレス鋼またはサーメットのいずれかからなる多孔質体であることを特徴とする請求項4に記載の静圧気体軸受。

【請求項6】 前記多孔板は、金属の多孔板であることを特徴とする請求項1、2または3に記載の静圧気体軸受。

【請求項7】 前記多孔板は、銅合金、ステンレス鋼またはサーメットのいずれかからなる多孔板であることを特徴とする請求項6に記載の静圧気体軸受。

【請求項8】 前記多孔質体は、金属多孔質体であり、前記多孔板は、金属の多孔板であることを特徴とする請求項1、2または3に記載の静圧気体軸受。

【請求項9】 前記多孔質体は、金属多孔質体であり、前記多孔板は、銅合金、ステンレス鋼またはサーメットのいずれかからなる多孔板であることを特徴とする請求項8に記載の静圧気体軸受。

【請求項10】 前記多孔板の貫通孔は、フォトリソグラフィ法を用いて形成されていることを特徴とする請求項1から請求項9のいずれかに記載の静圧気体軸受。

【請求項11】 前記多孔板の貫通孔は、フォトリソグラフィ法を用いて形成され、前記多孔質体と前記多孔板は、拡散接合によって互い接合されていることを特徴とする請求項8または請求項9に記載の静圧気体軸受。

【請求項12】 前記多孔板は、前記母材の上にメッキ層を設け、次いで、このメッキ層にフォトリソグラフィ法を用いて貫通孔を開けることによって形成されていることを特徴とする請求項8または請求項9に記載の静圧気体軸受。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、静圧気体軸受に係り、特に、特性の均一性に優れ且つ高剛性を備えた静圧気体軸受の構造に関する。

## 【0002】

【従来の技術】高い機械加工精度が要求される際、高速性及び回転精度に優れたエアスピンドル、あるいは高速性及び案内精度に優れたエアスライダなどの静圧気体軸受が使用される。これらの静圧気体軸受として、近年、多孔質体を用いた静圧多孔質軸受が使用されている。

【0003】静圧多孔質軸受において、軸受面にグラファイトなどの多孔質体をそのまま使用した場合、最終絞り部の空気だまり内の空気の圧縮性に起因して、ニューマチックハンマ（自励振動）が発生し、高剛性、高精度を実現することができないという問題がある。このため、多孔質の表層部（軸受面）に更に表面絞り層を設け、軸受面からの空気透過量を調整することによって、ニューマチックハンマの発生を防止することが行われている。

【0004】例えば、特開平2-256915号公報には、次の様な方法が記載されている。カーボンあるいはグラファイトなどの多孔質体からなる母材の表面に、機械加工を施した後、フェノール樹脂などの熱硬化性樹脂中に浸漬する。樹脂が表面から所定深さまで浸透したときに浸漬を終了し、その後、樹脂を熱硬化させ、これによって多孔質体の表面に表面絞り層を形成する。この方法において、樹脂の粘度を適切に選定すれば、樹脂が母材中の小さな気孔には含浸されずに大きな気孔のみに含浸され、表面絞り層が形成される。

【0005】しかし、この方法では、表面絞り層の厚さの調整を樹脂の含浸時間の設定により行っているため、含浸層の厚さ及び気孔の分布状態について、均一性が得られにくいと言う欠点がある。このため、軸受面内において空気透過量及び圧力分布がばらつくので、高剛性の実現が難しく、また、性能が均一な静圧多孔質軸受を安定的に製造することは容易ではない。

【0006】なお、多孔質グラファイトからなる母材の表層部（軸受面）に、樹脂を含浸させた後、軸受面からの空気の透過流量を測定しながら、溶剤を用いて樹脂を除去し、空気の透過流量を調整する方法も提案されている。しかし、樹脂の含浸、あるいは含浸した樹脂の除去に時間と熟練が要求されるので、生産性の面で問題がある。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】本発明は、以上の様な従来の静圧気体軸受の問題点に鑑み成されたもので、本発明の目的は、特性の均一性に優れ且つ高剛性を備えた静圧気体軸受を提供することにある。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】本発明の静圧気体軸受は、多孔質体からなる母材と、母材の上に接合され、予め所望の空気透過量になるように貫通孔の径及び分布を調整して作成された多孔板からなる表面絞り層とを備え、表面絞り層を介して気体を噴出させて、その静圧に

よって被支持部材を支持することを特徴とする。

【0009】本発明によれば、表面絞り層を構成する多孔板の空気透過量を、予め適切な値に調整しておくことができるので、特性の均一性に優れ且つ高剛性を備えた静圧気体軸受を得ることができる。

【0010】好ましくは、前記多孔板は、直径 $0.1\mu\text{m}$ 以上、 $100\mu\text{m}$ 以下の多数の貫通孔を有し、これらの貫通孔の断面積の合計値は、前記多孔板の表面積の $0.1\%$ 以上、 $10\%$ 以下である。

【0011】この様に多孔板の貫通孔の径を規定したのは、次の理由による。貫通孔の直径が $0.1\mu\text{m}$ 以下の場合には、多孔板の製造が容易ではなく、仮に入手できる場合であっても大変高価なものになってしまう。一方、貫通孔の直径が $100\mu\text{m}$ 以上の場合には、開口径が大き過ぎて、多孔板を焼結して収縮させたり、もしくは複数の多孔板を重ねてその厚さを増しても、適正な絞り効果を得ることが難しいからである。

【0012】好ましくは、前記多孔板の厚さを $10\mu\text{m}$ 以上、 $500\mu\text{m}$ 以下とする。これは、前記表面絞り層の厚さが $10\mu\text{m}$ 以下になると製造が難しく、また、給気圧によって撓んだり変形したりする可能性が高くなり、一方、 $500\mu\text{m}$ 以上になると、ニューマチックハンマが生じる確率が高くなることによる。なお、仮に供給空気量を減らせばニューマチックハンマは生じなくなるが、剛性が得られなくなる。

【0013】好ましくは、前記多孔質体は、金属多孔質体であり、例えば、銅合金、ステンレス鋼またはサメットのいずれかからなる多孔質体である。

【0014】好ましくは、前記多孔板は、金属の多孔板からなり、例えば、銅合金、ステンレス鋼またはサメットのいずれかからなる多孔板である。

【0015】なお、前記多孔質体（母材）に対する前記多孔板（表面絞り層）の接合を容易に行うため、前記多孔質体及び前記多孔板は、ともに金属製であることが望ましい。この場合、ロウ付け法などを使用せずに、拡散接合によって両者を一体化することができる。従って、前記多孔質体及び前記多孔板に目詰まりが生じるおそれがない。

【0016】好ましくは、前記多孔板に、フォトリソグラフィ法を用いて貫通孔を形成する。フォトリソグラフィ法を用いることによって、小さな径の貫通孔を比較的容易に形成することが可能になり、径及びピッチ（従って、分布密度）を正確に制御することが可能になる。更に、フォトリソグラフィ法は、繰り返しによる大量生産プロセスに適しており、特性の均一性に優れた静圧気体軸受を安定的に供給することを可能にする。

【0017】なお、前記多孔板を前記母材に拡散接合によって接合する上記の方法に代わり、前記母材の上にメッキ層を形成し、次いで、このメッキ層にフォトリソグラフィ法を用いて貫通孔を開けることによって、前記表

面絞り層を形成することもできる。

【0018】本発明の静圧気体軸受によれば、表面絞り層の厚さが多孔板の厚さによって決定されるので、母材の表面に表面絞り層を均一な厚さで形成することが可能になる。また、多孔板の厚さ、及び多孔板に設けられる貫通孔の径及び分布密度を調整することによって、軸受面からの空気透過量を、正確に調整することが可能であり、更に、軸受面内での空気透過量の均一性を確保することもできる。従って、本発明の静圧気体軸受によれば、特性の均一性及び高剛性を比較的容易に実現することができる。

【0019】

【発明の実施の形態】図1に、本発明に基づく静圧気体軸受の構造の一例を示す。この静圧気体軸受10は、軸受ケース3、母材1及び表面絞り層2などから構成される。

【0020】母材1は、平均粒径 $60\mu\text{m}$ の $10\%$ Sn青銅多孔質体からなる円板である。母材1は、軸受ケース3の前面に取り付けられ、母材1の裏面の周縁部において軸受ケース3の周壁に接着されている。この例では、母材1の直径は $36\text{mm}$ 、板厚は $6\text{mm}$ である。

【0021】母材1の上には、表面絞り層2が接合されている。この表面絞り層2は、銅合金製（ $94.9\text{wt}\%\text{Cu}-5.5\text{wt}\%\text{Sn}-0.1\text{wt}\%\text{P}$ ）の多孔板からなり、その厚さは $45\mu\text{m}$ であり、平均直径 $5\mu\text{m}$ の貫通孔が、 $1,600\text{個}/\text{mm}^2$ の分布密度（気孔率 $4\%$ ）で形成されている。

【0022】母材1の裏面側と軸受ケース3との間には、圧縮空気が収容される圧力室5が形成されている。軸受ケース3には、上記の圧力室5に圧縮空気を送り込むための空気供給孔6が形成されている。

【0023】次に、上記の静圧気体軸受の製造方法の例について説明する。

【0024】先ず、厚さ $50\mu\text{m}$ の上記銅合金製のシートにフォトリソグラフィ法を用いて貫通孔を加工し、表面絞り層2を構成する多孔板を製作した。即ち、銅合金製のシートの上にフォトレジストを塗布し、貫通孔の平面パターンが形成されたフォトマスクを用いてフォトレジストを露光し、現像、ベーキングを行って、フォトレジスト膜にマスクパターンを転写した。このフォトレジスト膜を用いて、上記の銅合金製のシートのエッチングを行い、所定のピッチで多数の貫通孔が形成された多孔板を製作した。

【0025】次に、この多孔板（表面絞り層2）を、治具の上に置き、その上に、目詰まりしない様に接合面に機械加工が施された母材1を載せ、次いで、両者を加熱炉内に収容して両者の拡散接合を行った。なお、加熱温度を、母材1を構成する $10\%$ Sn青銅の融点以下である $780^\circ\text{C}$ とし、保持時間を $40\text{min}$ とした。

【0026】次に、表面絞り層2の接合が終わった母材

5

1を直径36mmに加工し、更に、表面絞り層2の表面を切削加工によって鏡面に仕上げ、表面絞り層2の厚さを $45\mu\text{m}$ とした。最後に、これらを、軸受ケース3に取り付けて、静圧気体軸受を完成させた。

【0027】次に、上記方法によって製作された静圧気体軸受の性能評価試験（空気透過量及び剛性の測定）を実施した。図2に、使用した試験装置の概要を示す。

【0028】静圧気体軸受10を、表面絞り層2を下向きにして定盤20の上に置き、母材1の裏面側の圧力室5に圧縮空気を送り込んで、静圧気体軸受10を定盤20から浮上させた。次いで、静圧気体軸受10の裏面側（図では、上面側）から、荷重Wを加え、圧縮空気の圧力（給気圧 $P_s$ ）と、流量（空気透過量 $Q$ ）、及び静圧気体軸受10と定盤20の間の隙間（軸受隙間 $H$ ）の関係を、流量計及びマイクロメータ25を用いて測定した。

【0029】具体的な実験条件は、給気圧 $P_s$ を一定に保った状態で、荷重Wと、それに対応する空気透過量 $Q$ 及び軸受隙間 $H$ の関係を求め、それらのデータに基づき、静圧気体軸受10の特性を、次の式で表される無次元剛性 $K$ の値で評価した。

$$\text{【0030】 } K = (S \cdot H) / (A \cdot P_s)$$

但し； $S$ （剛性） $= dW / dH$

$A$ （軸受面積） $= 10.2\text{cm}^2$

$P_s$ （給気圧） $= 0.5\text{MPa}$

図3に、その結果を示す。軸受隙間 $H$ が $5.8\mu\text{m}$ のとき、無次元剛性 $K$ は、最大値の0.63を示した。その時の空気透過量 $Q$ は、 $3.5\text{Nリットル}/\text{min}$ であり、非常に少ない消費量であると言える。なお、軸受隙間 $H$ が $2\sim 13\mu\text{m}$ の範囲から外れる場合には、無次元剛性 $K$ の値が大きく低下してしまうので、使用に適さない。

6

【0031】比較のため、従来の樹脂含浸方式によって製作された静圧気体軸受についても同様の評価試験を行ったところ、その無次元剛性 $K$ の最大値は、約0.55であった。従って、本発明による静圧気体軸受の無次元剛性値 $K$ は、従来のものと比べて約15%程度高いことになる。

【0032】

【発明の効果】本発明の静圧気体軸受によれば、母材の表面に表面絞り層を均一な厚さで形成することができ、また、表面絞り層を構成する多孔板の厚さ、及び多孔板に設けられる貫通孔の径及び分布密度を調整することによって、軸受面からの空気透過量を、正確に調整することが可能であり、軸受面内での空気透過量の均一性を確保することもできる。従って、本発明の静圧気体軸受によれば、特性の均一性及び高剛性を比較的容易に実現することが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に基づく静圧気体軸受の概略構成図。

【図2】静圧気体軸受の特性評価試験に用いた装置の概要を示す図。

【図3】本発明に基づく静圧気体軸受の無次元剛性の測定結果の一例を示す図。

【符号の説明】

1・・・母材、

2・・・表面絞り層、

3・・・軸受ケース

5・・・圧力室、

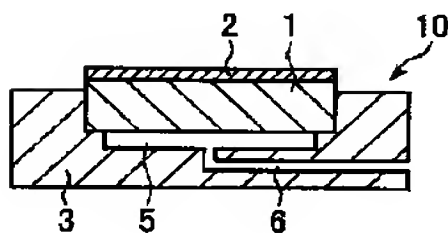
6・・・空気供給孔、

10・・・静圧気体軸受、

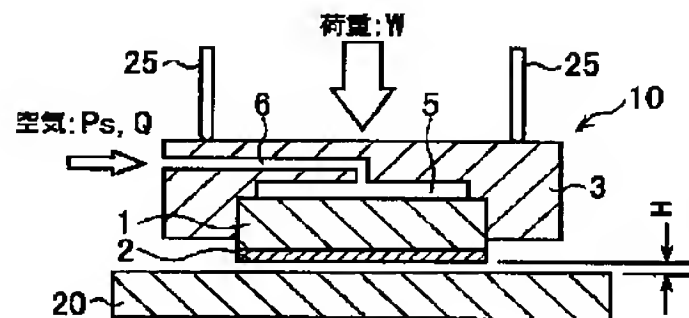
20・・・定盤、

25・・・マイクロメータ。

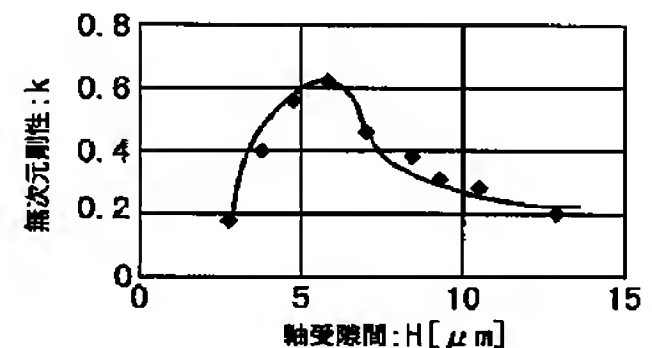
【図1】



【図2】



【図3】



**PAT-NO:** JP02001056027A  
**DOCUMENT-IDENTIFIER:** JP 2001056027 A  
**TITLE:** STATIC PRESSURE GAS BEARING  
**PUBN-DATE:** February 27, 2001

**INVENTOR-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
HONMA, SHUHEI	N/A

**ASSIGNEE-INFORMATION:**

NAME	COUNTRY
TOSHIBA MACH CO LTD	N/A

**APPL-NO:** JP11229216  
**APPL-DATE:** August 13, 1999

**INT-CL (IPC):** F16C032/06

**ABSTRACT:**

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a static pressure gas bearing excellent in uniformity of characteristics and furnished with high rigidity.

**SOLUTION:** A static pressure gas bearing 10 is constituted of a bearing case 3, a parent material 1, a surface contracted layer 2, etc. In this example, the parent material 1 is a disc made of a 10% Sn bronze porous body of an average grain diameter 60  $\mu$  m, it is installed on a front surface of the bearing case 3, and a pressure chamber 5 is formed on its back surface side. A diameter of the parent material 1 is 36 mm, and thickness is 6 mm. The surface contracted layer 2 is connected on the parent material 1. This surface contracted layer 2 is made of a porous plate made of copper alloy (94.9 wt.% Cu-5.5 wt.% Sn-0.1 wt.% P), its thickness is 45  $\mu$  m, and a through hole of an averaged diameter 5  $\mu$  m is formed in distribution density (porosity 4%) of 1,600 pieces/mm<sup>2</sup>. The porous plate is connected to the parent material 1 by diffused junction after forming the through hole by using a photolithographic method.

COPYRIGHT: (C)2001,JPO